

УДК 594.38: 595.122.2

**ЭМИССИЯ ЦЕРКАРИЙ ТРЕМАТОДЫ  
PLAGIORCHIS MULTIGLANDULARIS ИЗ МОЛЛЮСКА  
LYMNAEA STAGNALIS В БАСЕЙНЕ оз. ЧАНЫ,  
ЮГ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ**

© Н. М. Растяженко,\* С. Н. Водяницкая, Н. И. Юрлова

Институт систематики и экологии животных СО РАН  
ул. Фрунзе, 11, Новосибирск, 930091

\* E-mail: Rastyazhenko86@mail.ru

Поступила 10.03.2014

Изучен суточный выход церкарий трематоды *Plagiorchis multiglandularis* из естественно зараженных моллюсков *Lymnaea stagnalis* в бассейне оз. Чаны на юге Западной Сибири. Величина суточного выхода церкарий из отдельных особей моллюсков варьировала в течение периода наблюдения (3—5 сут) в пределах 1—2-х порядков (минимум — 175 ц/сут; максимум — 27 562 ц/сут). Показана прямая связь величины среднесуточного выхода церкарий с размером моллюска-хозяина ( $p < 0.001$ ). Выход церкарий из моллюсков зарегистрирован только в дневные и ранние утренние часы, в ночное время выход церкарий прекращается. Выявлено температурно-обусловленное увеличение в суточном выходе церкарий в диапазоне температур от 23 до 24.5 °C.

*Ключевые слова:* трематода, эмиссия церкарий, *Plagiorchis multiglandularis*, моллюск, *Lymnaea stagnalis*.

В последние годы паразитические организмы рассматриваются как важные компоненты природных экосистем, которые оказывают влияние на организм, популяции, сообщества животных и в целом на структуру пищевых сетей, лежащих в основе функционирования экосистем (Hechinger et al., 2008; Kuris et al., 2008; Thieltges et al., 2008).

Трематоды — доминирующая группа макропаразитов в прибрежных экосистемах; они характеризуются сложным жизненным циклом со сменой хозяев и чередованием поколений. Партеногенетические поколения развиваются в первом промежуточном хозяине моллюске и продуцируют свободноживущих личинок — церкарий, которые осуществляют трансмиссию от первого ко второму промежуточному или окончательному хозяевам. Церкарии, не нашедшие своих хозяев, представляют собой потенциальный корм для водных беспозвоночных и рыб, а не съеденные цер-

карии вносят вклад в поток вещества и энергии, вступая в цикл бактериального разложения детрита (Mouritsen, Poulin, 2003; Thieltges et al., 2008).

Оценка роли любых организмов в экосистемных процессах предусматривает их количественный анализ. Количество выходящих из моллюсков церкарий находится под воздействием различных факторов внешней и внутренней среды (Гинецинская, 1968; Mouritsen, 2002; Fingerut, 2003). Наиболее существенное влияние на процесс выхода церкарий как морских, так и пресноводных трематод, оказывает температура воды и освещенность (Kuntz, 1947; Sindermann, 1960; Shostak, Esch, 1990; Schmidt, Fried, 1996; Umadevi, Madhavi, 1997; Krishnasamy, 2001; Fried et al., 2002; Terhune et al., 2002; Buddhadeb, Narayan, 2003; Fingerut, 2003; Fredensborg et al., 2005; Phongsasakulchoti, 2005; Poulin, 2006; Koprivnikar, Poulin, 2009a).

Также в качестве факторов, влияющих на величину суточного выхода церкарий, рассматриваются количество пищи, потребляемое хозяином (Sindermann, 1960; Fried, 2002), pH воды (Gumble, 1957), объем и аэрация воды (Schmidt, Fried, 1996), экссудаты, поступающие из второго промежуточного хозяина (Mouritsen, 2002). Для морских трематод показано, что выход церкарий зависит от солености воды, в которой обитают моллюски, при условии, что она превышает нормальный океанический уровень (Koprivnikar, Poulin, 2009b). Для ряда морских и пресноводных трематод показана прямая связь суточного выхода церкарий с высотой раковины моллюсков (Loker, 1983; Шигин, Шигина, 1966; Юрлова, 1989; Lo, Lee, 1996; Thieltges et al., 2008) и обратная связь с размером самих церкарий (McCarthy et al., 2002; Thieltges et al., 2008).

Трематоды сем. Plagiorchiidae — широко распространенные паразиты беспозвоночных и позвоночных животных, характеризующиеся большим видовым разнообразием (Илюшина, 1975; Краснолобова, 1982). Однако сведения по эмиссии церкарий представителей этого семейства ограничиваются лишь несколькими работами (Краснолобова, 1982; Белякова, Жальцанова, 1987; Lowenberger, Rau, 2006), а для видов, реализующих свой цикл в водоемах юга Западной Сибири, подобные данные вообще отсутствуют.

В настоящей работе приведены результаты изучения суточного выхода церкарий трематоды *Plagiorchis multiglandularis* Semenev, 1927 из моллюска *Lymnaea stagnalis* (Linnaeus, 1758) в бассейне оз. Чаны (юг Западной Сибири). В районе исследования в качестве первого промежуточного хозяина для *P. multiglandularis*, наряду с *L. stagnalis*, зарегистрирован моллюск *L. saridalensis* Mozley, 1934 (Водяницкая, Юрлова, 2013). В разные годы доля *L. stagnalis*, зараженных партенитами *P. multiglandularis*, варьировала от 2.5 до 34.9 %, *L. saridalensis* — от 0.1 до 2.8 % (Юрлова, Водяницкая, 2008; Vodyanitskaya, Yurlova, 2013).

#### МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Для настоящего исследования использованы зараженные партенитами *P. multiglandularis* моллюски *L. stagnalis*, собранные в августе 2004, июле 2011 и в июле—августе 2013 гг. в бассейне оз. Чаны (Новосибирская обл.,

Здвинский р-н). Видовую идентификацию моллюсков проводили с использованием определителя моллюсков (Круглов, 2005). В лаборатории у всех собранных моллюсков измеряли высоту раковины от вершины до основания завитка штангенциркулем.

Для выявления эмиссии церкарий собранных моллюсков поодиночке помещали в пластиковые емкости объемом 100—200 мл, которые просматривали под стереомикроскопом МБС-10 спустя 2—3 ч. При определении видовой принадлежности церкарий прижизненно окрашивали витальными красителями (0.01 % раствор нильского синего и 0.02 % нейтрального красного) и просматривали под микроскопом Zeiss Primo Star. Видовая идентификация церкарий проводилась с использованием описаний отечественных авторов (Гинецинская, Добровольский, 1962; Краснолобова, 1982).

Под суточным выходом церкарий мы подразумеваем количество личинок, выходящих за сутки из одного зараженного моллюска; под среднесуточным выходом церкарий — количество личинок, вышедших в среднем за сутки из одного зараженного моллюска при длительном наблюдении, либо же среднее число церкарий в пересчете на одного моллюска при исследовании нескольких особей одного размера или размерного класса. Под индивидуальной изменчивостью суточного выхода церкарий мы понимаем варьирование количества выходящих за сутки церкарий из отдельной особи моллюска на протяжении нескольких суток.

Моллюсков, выделявших церкарий, использовали для изучения индивидуальной изменчивости суточного выхода этих личинок, связи этого параметра с температурой воды и с высотой раковины моллюска-хозяина. Во всех исследованиях моллюсков содержали в идентичных условиях, а именно в индивидуальных емкостях объемом 400 мл, наполовину заполненных профильтрованной речной водой, при естественном освещении; среднесуточная температура в период наблюдения варьировала от 20 до 25 °С. Температуру воды измеряли ртутным термометром в 9.00, 15.00 и 21.00 ч каждые сутки. Емкости с моллюсками находились в прибрежной зоне водоема (в зарослях тростника) в специальном сетчатом контейнере, что приближало условия эксперимента к естественным. Животных кормили листовым салатом (*Latuca sativa*) и роголистником (*Ceratophyllum demersum*). Для подсчета церкарий воду с личинками сливали два раза в сутки (9.00 и 21.00), а в емкости с моллюсками добавляли свежую профильтрованную воду такого же объема. Количество вышедших церкарий подсчитывали, отлавливая их поштучно с помощью микропипетки под стереомикроскопом.

Связь суточного выхода церкарий с размером моллюсков изучена у 20 особей *L. stagnalis* с высотой раковины 29—46 мм.

Продолжительность наблюдения за суточным выходом церкарий из отдельных особей составила от 1 (7 моллюсков) до 2 (1 моллюск), 3 (6 моллюсков) и 5 сут (6 моллюсков), что позволило проследить изменения в суточном выходе церкарий во времени (в течение 2—5 сут).

При подсчете среднесуточного выхода церкарий моллюски одинаковых размеров были объединены в отдельные группы (всего 10 групп, рис. 1).

Для оценки количества церкарий *P. multiglandularis*, выходящих из моллюсков в дневное и ночное время, проведено наблюдение за 7 моллюсками в течение 3—5 сут.

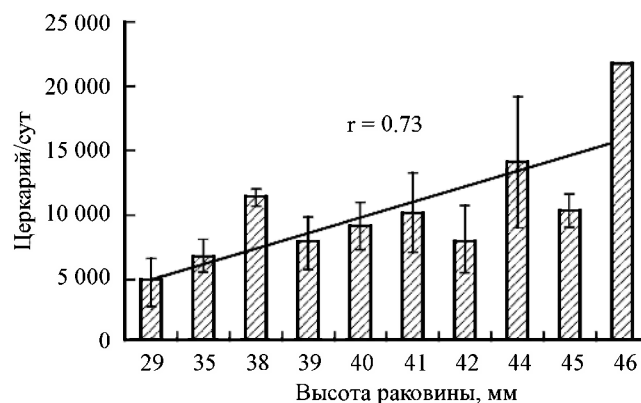


Рис. 1. Связь среднесуточного выхода церкарий *P. multiglandularis* с размером моллюска-хозяина *L. stagnalis*.

Fig. 1. The relation of mean daily cercarial output of *P. multiglandularis* with size of snail host *L. stagnalis*.

Связь суточного выхода церкарий *P. multiglandularis* со среднесуточной температурой воды проанализирована у 5 моллюсков *L. stagnalis* (высота раковины 40—45 мм) на основе данных, полученных в течение 5 сут наблюдения в период с 30 июля по 14 августа 2013 г. Среднесуточная температура воды в период исследования изменялась от 20 до 24.5 °С.

Статистическая обработка данных выполнена с использованием пакета программ Microsoft Excel 2003, Statistica 6.0 и Past 2.10. Для оценки связи величины суточного выхода церкарий с размером моллюска и температурой воды использован коэффициент корреляции Спирмена. Достоверность коэффициента корреляции рассчитана согласно Э. В. Ивантер и А. В. Коросов (1992). Оценка значимости различий между средними значениями суточного выхода церкарий у моллюсков одинаковых размеров, а также между количеством церкарий, вышедших в дневное и ночное время суток, проведена с помощью теста Mann-Whitney.

В работе использованы следующие сокращения: ц — церкарии, ц/сут — число выделенных за сутки церкарий, СВЦ — суточный выход церкарий.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

Величина среднесуточного выхода церкарий у отдельных особей варьирует от  $4641 \pm 1829$  ц/сут у моллюска с высотой раковины 29 мм до  $14\,022 \pm 5198$  ц/сут у особи с высотой раковины 44 мм (рис. 1). Максимальный суточный выход церкарий (27 562 ц/сут) зарегистрирован у особи размером 44 мм, а минимальный (175 ц/сут) у особи с высотой раковины 29 мм. Выявлена высокая положительная связь величины суточного выхода церкарий с высотой раковины моллюсков ( $r = 0.73$ ;  $p < 0.001$ ).

Суточный выход церкарий у всех исследованных моллюсков варьировал в пределах 1—2 порядков за период наблюдения, при этом его максимальное и минимальное значения у отдельных моллюсков из группы

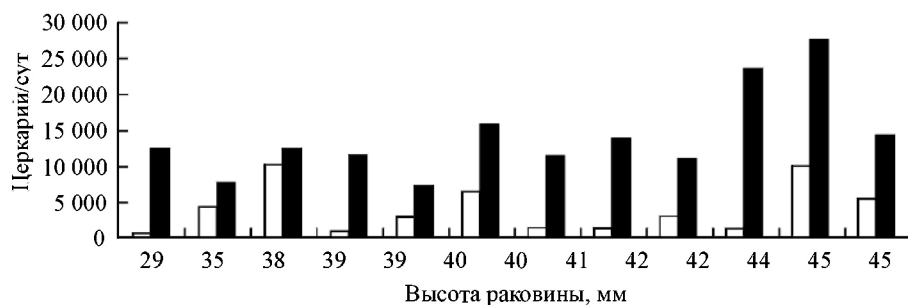


Рис. 2. Варьирование величины СВЦ *P. multiglandularis* у моллюсков *L. stagnalis* разных размеров.

Белый квадрат — минимальное значение, черный квадрат — максимальное значение.

Fig. 2. Variation of daily cercarial output of *P. multiglandularis* from *L. stagnalis* of different sizes.

Связь суточного выхода церкарий *P. multiglandularis* с температурой воды, июль—август 2013 г.

The correlation between daily cercarial output of *P. multiglandularis* and water temperature in July—August 2013

№ моллюска	Высота раковины, мм	Границы варьирования среднесуточной температуры воды в период наблюдения, °С	СВЦ $\pm$ SE, ц/сут	Коэффициент корреляции между СВЦ и температурой воды	Достоверность коэффициента корреляции (p)
1	40	20.0—23.0	8202 $\pm$ 1950	-0.5	0.3
2	42	22.3—23.0	7409 $\pm$ 1827	-0.3	0.4
3	44	23.3—24.5	15947 $\pm$ 3061	0.9	0.01
4	45	22.3—23.0	9355 $\pm$ 1742	-0.4	0.5
5	45	22.3—23.0	11050 $\pm$ 2070	0.5	0.3

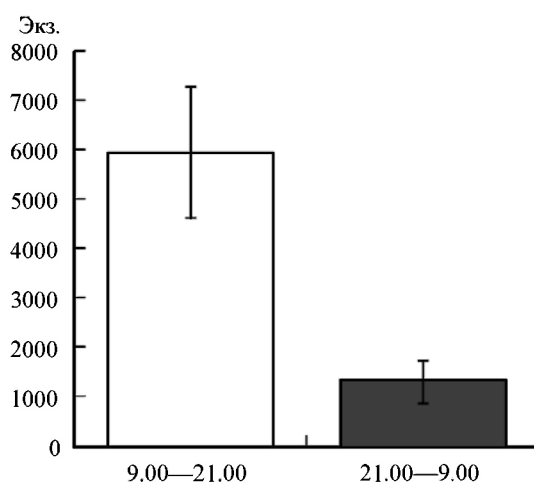


Рис. 3. Количество церкарий *P. multiglandularis*, выделяемых из *L. stagnalis* в дневные (9.00—21.00) и ночные (21.00—9.00) часы.

Fig. 3. The number of cercariae *P. multiglandularis* release from *L. stagnalis* in daytime (9.00—21.00) and nighttime (21.00—9.00).

35—46 мм различались в 2—21 раза, а у особей с высотой раковины 29 мм — в 70 раз (рис. 2).

Среди моллюсков одного размера величина суточного выхода церкарий достоверно не различалась ( $p \geq 0.4$ ).

Не выявлено достоверной связи между величиной суточного выхода церкарий *P. multiglandularis* и среднесуточной температурой воды (см. таблицу) при ее изменении от 20 до 23.0 °C ( $p > 0.3$ ). При возрастании температуры воды от 23.3 до 24.5 °C наблюдалась высоко достоверная связь количества выходящих за сутки церкарий с температурой ( $r = 0.98$ ;  $p \leq 0.01$ ).

Количество церкарий, выходящих из моллюсков в светлое время суток (9.00—21.00), было в 3 раза больше, чем в ночные и ранние утренние часы (21.00—9.00) ( $p = 0.01$ ) (рис. 3).

### ОБСУЖДЕНИЕ

Анализ литературных данных показал существенную разницу в величине суточного выхода церкарий у разных видов трематод сем. Plagiorchiidae из разных хозяев. Так, суточный выход церкарий *Plagiorchis mutationis* из моллюска *Lymnaea ovata* был равен 1000 ц/сут (Краснолобова, 1982), а *P. elegans* из *Stagnicola elodes* — до 318 000 ц/сут (Lowenberger, Rau, 2006).

Наши результаты показали прямую связь величины суточного выхода церкарий *P. multiglandularis* с размером *L. stagnalis*, что согласуется с ранее полученными данными для других видов трематод (Loker, 1983; Lo, Lee, 1996; Thieltges et al., 2008). Мы согласны с высказываемым мнением о том, что крупные моллюски в отличие от мелких обеспечивают партеногенетические поколения трематод большим пространством и большими энергетическими ресурсами для развития и продуцирования свободноживущих личинок — церкарий (Thieltges et al., 2008).

Внутри моллюсков-хозяев на протяжении года наблюдается варьирование в соотношении разновозрастных группировок дочерних спороцист, в которых развиваются церкарии (Галактионов, 1992; Галактионов, Добровольский, 1998, 2003; Николаев, 2012). Различия в величине суточного выхода церкарий *P. multiglandularis* у моллюсков одинаковых размеров, исследованных нами в летний период (июль—август), очевидно, могут быть объяснены подобным варьированием возрастной структуры дочерних спороцист внутри разных особей моллюсков.

Температура воды, в которой содержались продуцирующие церкарий моллюски, изменялась от 20 до 24.5 °C и находилась в пределах оптимума как для пресноводных моллюсков, обитающих в умеренных широтах (Березкина, Старобогатов, 1988), так и для связанных с ними личинок трематод (Гинецинская, 1968).

В обзорной статье, посвященной анализу связи эмиссии церкарий с температурой воды в широтах 20°—55°, высказывается гипотеза, что температуро-обусловленное повышение выхода церкарий различается в разных широтах (Poulin, 2006). Наиболее выражена эта зависимость в водоемах из низких широт, для которых свойственны высокие температуры (Poulin, 2006).

Озеро Чаны, где выполнено настоящее исследование, находится на 54° с. ш. Полученные данные позволяют предположить, что в условиях этого водоема в границах оптимальных температур выхода церкарий (20—24.5 °С) имеется диапазон (23—24.5 °С), в пределах которого наблюдается температуро-обусловленный рост числа выходящих личинок. За пределами оптимальных температурных границ происходит ингибирование выхода церкарий (Morley, Lewis, 2013).

Увеличение числа выходящих из моллюска-хозяина церкарий на фоне возрастания температуры объясняется повышением метаболической активности хозяина и, как следствие, увеличением его энергии, которую может использовать паразит для существования и развития церкарий (Poulin, 2006). Мы предполагаем, что для каждой широты, в которой существует ассоциация «моллюск—трематода» характерны «свои» температурные границы, в рамках которых наблюдается значимое увеличение суточного выхода церкарий. Согласно опубликованным данным, выход церкарий мало варьирует в пределах оптимальных диапазонов (Morley, Lewis, 2013). Это согласуется с высказываемым мнением о важности естественного теплового режима в стимуляции выхода личинок в условиях конкретного региона (Poulin, 2006).

Для многих видов трематод показано, что максимальное количество церкарий выходит из моллюсков в светлое время суток (Umadevi, Madhavi, 1997; Krishnasamy, 2001; Buddhadeb, Narayan, 2003; Fingerut, 2003; Phongsasakulchoti, 2005), что подтверждают полученные нами данные по выходу церкарий *P. multiglandularis* из моллюска *L. stagnalis*.

Очевидно, суточная активность выхода церкарий совпадает с периодом высокой активности второго промежуточного хозяина (например, Lo, Lee, 1996). В случае с *P. multiglandularis* — с активностью личинок стрекоз, поденок, хирономид и других водных насекомых (Илюшина, 1975; Красноталова, 1982; Дронзикова, 2000). Подобное поведение церкарий повышает успешность трансмиссии трематоды от первого ко второму промежуточному хозяину.

#### БЛАГОДАРНОСТИ

Работа выполнена при поддержке программы ФНИ государственных академий наук на 2013—2020 гг. Проект № VI.51.1.5; грантов РФФИ № 13-04-02075, 15-54-50007.

#### Список литературы

- Белякова Ю. В., Жальцанова Д. С. Д. 1987. Суточный ритм эмиссии и биология церкарий *Plagiorchis multiglandularis* Semenov, 1927. Изв. АН КазССР, Сер. биол. 4: 89—90.
- Березкина Г. В., Старобогатов Я. И. 1988. Экология размножения и кладки яиц пресноводных легочных моллюсков. Тр. ЗИН АН СССР. 174: 1—307.
- Водяницкая С. Н., Юрлова Н. И. 2013. Партениты и церкарии трематод из моллюска *Lymnaea saridalensis* (Gastropoda, Pulmonata) в бассейне озера Чаны (юг Западной Сибири). Сиб. экол. журн. 20 (1): 17—25.

- Галактионов К. В. 1992. Сезонная динамика возрастного состава гемипопуляций дочерних спороцист группы *Pygmaeus* (Trematoda: Microphallidae) в литоральных моллюсках *Littorina saxatilis* Баренцева моря. Паразитология. 26 (6): 462—469.
- Галактионов К. В., Добровольский А. А. 1998. Происхождение и эволюция жизненных циклов трематод. СПб.: Наука. 404 с.
- Гинецинская Т. А. 1968. Трематоды, их жизненные циклы, биология и эволюция. Л.: Наука. 410 с.
- Гинецинская Т. А., Добровольский А. А. 1968. К фауне личинок трематод из пресноводных моллюсков дельты Волги. Ч. 3. Фуркоцеркарии (сем. Cyathocotylidae) и стилетные церкарии (Xiphidiocercariae). Тр. Астрахан. запovedн. 11: 29—95.
- Дронзикова М. В. 2000. Стрекозы бассейна реки Томи: Состав и распределение фауны, экологические и этологические особенности видов: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Новосибирск. 24 с.
- Пвантер Э. В., Коросов А. В. 1992. Основы биометрии. Петрозаводск: Изд-во ПГУ. 164 с.
- Илюшина Т. Л. 1975. Роль водных насекомых в жизненных циклах трематод. В кн.: Рыжиков К. М., Фолитарек С. С. (ред.). Паразиты в природных комплексах Северной Кулунды (Тр. Биол. ин-та СО АН СССР, 17). Новосибирск: Наука. 53—94.
- Краснолобова Т. А. 1982. Обзор жизненных циклов трематод рода *Plagiorchis* и близких к нему родов *Plagioglyphe* и *Metaplagiorchis* (Trematoda, Plagiorchiidae). В кн. Рыжиков К. М. (ред.). Гельминты водных животных. Тр. ГЕЛАН. М.: Наука. 23—60.
- Круглов Н. Д. 2005. Моллюски семейства прудовиков Европы и Северной Азии. Смоленск, Изд-во СГПУ. 507 с.
- Николаев К. Е. 2012. Особенности реализации жизненных циклов трематод семейств Echinostomatidae и Renicolidae в литоральных экосистемах Кандалакшского залива Белого моря: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. СПб. 24 с.
- Шигин А. А., Шигина Н. Г. 1966. О характере зависимости между размером моллюска и числом продуцируемых им церкарий *Diplostomum spathaceum* (Rud., 1819). В кн.: Матер. науч. конф. ВОГ. Ч. 3. М. 327—330.
- Юрлова Н. И. 1989. Биология трематоды *Diplostomum chromatophorum* (Brown, 1931) в условиях оз. Чаны. В кн.: Федоров К. П. (ред.). Экология гельминтов позвоночных Сибири. Новосибирск: Наука. 64—76.
- Юрлова Н. И., Водяницкая С. Н. 2008. Сообщество партенит и личинок трематод в моллюске *Lymnaea stagnalis* (Gastropoda, Pulmonata) в бассейне озера Чаны, юг Западной Сибири. В кн.: Принципы и способы сохранения биоразнообразия. Матер. III Всерос. науч. конф. Пушино. 225—226.
- Buddhadeb M., C. D. Narayan. 2003. Rhythm in emergence of cercariae of *Isoparorchis hypselobagri* from the snail *Indoplanorbis exustus*. Panjab University Research Journal Science. 53 (1—4): 139—148.
- Fingerut J. T., Zimmer C. A., Zimmer R. K. 2003. Larval swimming overpowers turbulent mixing and facilitates transmission of a marine parasite. Ecology. 84: 2502—2515.
- Fredensborg B. L., Mouritsen K. N., Poulin R. 2005. Impact of trematodes on host survival and population density in the intertidal gastropod *Zeacumantus subcarinatus*. Marine Ecology Progress Series. 290: 109—117.
- Fried B., LaTerra R., Kim Y. 2002. Emergence of cercariae of *Echinostoma caproni* and *Schistosoma mansoni* from *Biomphalaria glabrata* under different laboratory conditions. Journal of Helminthology. 76: 369—371.
- Galaktionov K. V., Dobrovolskij A. A. 2003. The Biology and Evolution of Trematodes. Dordrecht, The Netherlands, Kluwer Academic Publishers. 592 p.
- Gumble A., Otori Y., Ritchie L. S., Hunter G. W. 1957. The effect of light, temperature and pH on the emergence of *Schistosoma japonicum* cercariae from *Oncomelania nosophora*. Transactions of the American Microscopical Society. 76: 87—92.
- Hechinger R. F., Lafferty K. D., Kuris A. M. 2008. Diversity increases biomass production for trematode parasites in snails. Proceedings of the Royal Society B. 275: 2707—2714.



- Koprivnikar J., Poulin R. 2009a. Interspecific and intraspecific variation in cercarial release. *The Journal of Parasitology*. 95 (1): 14—19.
- Koprivnikar J., Poulin R. 2009b. Effects of temperature, salinity, and water level on the emergence of marine cercariae. *Parasitology Research*. 105: 957—965.
- Krishnasamy M., Chong N. I., Ambu S., Jeffery J., Inder Singh K. 2001. *Schistosoma spindale* cercaria production and shedding periodicity in *Indoplanorbis exustus* snails from Peninsular Malaysia. *Tropical Biomedicine*. 18 (1): 65—74.
- Kuntz R. E. 1947. Effect of light and temperature on emergence of *Schistosoma mansoni* cercariae. *Transactions of the American Microscopical Society*. 66: 37—49.
- Kuris A. M., Hechinger R. F., Shaw J. C., Whitney K. L., Aguirre-Macedo L., Boch C. A., Dobson A. P., Dunham E. J., Fredensborg B. L., Huspeni T. C., Lorda J., Mababa L., Mancini F. T., Mora A. B., Pfluger W. 2008. Ecosystem energetic implication of parasite and free-living biomass in three estuaries. *Nature*. 454: 515—518.
- Lo C.-T., Lee K.-M. 1996. Pattern of emergence and the effects of temperature and light on the emergence and survival of heterophyid cercariae (*Centrocestus formosanus* and *Haplorchis pumilio*). *The Journal of Parasitology*. 82: 347—350.
- Loker E. S. 1983. A comparative study of the life-histories of mammalian schistosomes. *Parasitology*. 87: 343—369.
- Lowenberger C. A., Rau M. E. 1994. *Plagiorchis elegans*: emergence, longevity and infectivity of cercariae, and host behavioural modifications during cercarial emergence. *Parasitology*. 109: 65—72.
- McCarthy H. O., Fitzpatrick S., Irwin S. W. B. 2002. Life history and life cycles: production and behaviour of trematode cercariae in relation to host exploitation and next-host characteristics. *Journal of Parasitology*. 88: 910—918.
- Morley N. J., Lewis J. W. 2013. Thermodynamics of cercarial development and emergence in trematodes. *Parasitology*. 140 (10): 1211—1224.
- Mouritsen K. N. 2002. The *Hydrobia ulvae*—*Maritrema subdolum* association: influence of temperature, salinity, light, water-pressure and secondary host exudates on cercarial emergence and longevity. *Journal of Helminthology*. 76 (4): 341—347.
- Mouritsen K. N., Poulin R. 2003. The mud flat anemone—cockle association: mutualism in the intertidal zone? *Oecologia*. 135: 131—137.
- Phongsasakulchoti P., Sri-aroon P., Kerdpuech Y. 2005. Southeast emergence of *Opisthorchis viverrini* cercariae from naturally infected *Bithynia* (*Digoniostoma*) *siamensis goniomphalos*. *The Southeast Asian Journal of Tropical Medicine and Public Health*. 36 (suppl 4): 189—191.
- Poulin R. 2006. Global warming and temperature-mediated increases in cercarial emergence in trematode parasites. *Parasitology*. 132: 143—151.
- Schmidt K. A., Fried B. 1996. Emergence of cercariae of *Echinostoma trivolvis* from *Helisoma trivolvis* under different conditions. *Journal of Parasitology*. 82: 674—676.
- Shostak A. W., Esch G. W. 1990. Photocycle-dependent emergence by cercariae of *Halipegus occidualis* from *Helisoma anceps*, with special reference to cercarial emergence patterns as adaptations for transmission. *Journal of Parasitology*. 76: 790—795.
- Sindermann C. J. 1960. Ecological studies of marine dermatitis-producing schistosome larvae in northern New England. *Ecology*. 41: 678—684.
- Terhune J. S., Wise D. J., Khoo L. H. 2002. *Bolbophorus confusus* infections in channel catfish in northwestern Mississippi and effects of water temperature on emergence of cercariae from infected snails. *North American Journal of Aquaculture*. 64: 70—74.
- Thieltges D. W., Montaudouin X., Fredensborg B., Jensen K. T., Koprivnikar J., Poulin R. 2008. Production of marine trematode cercariae: a potentially overlooked path of energy flow in benthic systems. *Marine Ecology Progress Series*. 372: 147—155.
- Thieltges D. W., Rick J. 2006. Effect of temperature on emergence, survival and infectivity of cercariae of the marine trematode *Renicola roscovita* (Digenea: *Renicolidae*). *Diseases of Aquatic Organisms*. 73: 63—68.

- Umadevi K., Madhavi R. 1997. Effects of light and temperature on the emergence of *Haplorchis pumilio* cercariae from the snail host, *Thiara tuberculata*. *Acta Parasitologica*. 42: 12—16.
- Vodyanitskaya S. N., Yurlova N. I. 2013. Parthenites and cercaria of trematodes in the snails *Lymnaea stagnalis* (Gastropoda, Pulmonata), which inhabits the watershed area of Chany Lake (the South of Western Siberia). *Contemporary Problems of Ecology*. 6 (1): 12—19.

THE EMISSION OF *PLAGIORCHIS MULTIGLANDULARIS* CERCARIAE  
FROM NATURALLY INFECTED SNAILS *LYMNAEA STAGNALIS*  
IN CHANY LAKE, SOUTH OF WEST SIBERIA

N. M. Rastyazhenko, S. N. Vodyanitskaya , N. I. Yurlova

*Key words:* Trematoda, emission of cercariae, *Plagiorchis multiglandularis*, snail *Lymnaea stagnalis*.

SUMMARY

The daily cercarial output of freshwater trematode *Plagiorchis multiglandularis* from naturally infected snail *Lymnaea stagnalis* were studied. The snails were collected in the Chany Lake (South of West Siberia). The daily cercarial output from the snail of different size was determined. The average daily cercarial output ranged from  $4641 \pm 1829$  at the snail with shell length 29 mm to  $14022 \pm 5198$  at the snail with shell length 44 mm. The positive correlation between the average daily cercarial output and the shell of snail host was found ( $p < 0.001$ ). The maximum of *P. multiglandularis* cercariae release from the snail during daytime, that coincided with period of activity of the second intermediate hosts. Temperature-mediated increase in cercarial output of *P. multiglandularis* in temperature range 23—24.5 °C was found. The cercarial output was inhibited over the temperature optimum.